



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 101 10 738 C 1

51 Int. Cl. 7:  
F 16 C 11/06  
B 60 G 7/02  
B 62 D 7/16  
G 01 B 7/30

21 Aktenzeichen: 101 10 738.2-12  
22 Anmeldetag: 1. 3. 2001  
43 Offenlegungstag: –  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 11. 2002

DE 101 10 738 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Berger, Boehringer + Partner GmbH, 70771  
Leinfelden-Echterdingen, DE

74 Vertreter:  
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

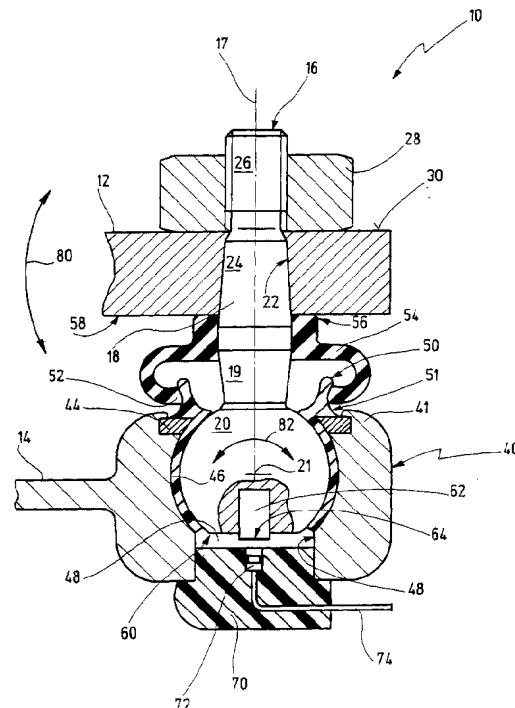
72 Erfinder:  
Bürger, Friedhelm, 42579 Heiligenhaus, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 40 29 034 A1  
US 47 18 683  
EP 06 17 260 A1

54 Kugelgelenk, Vorrichtung zum Steuern von Betriebsparametern eines Kraftfahrzeuges, Lenkgestänge,  
Spurstange sowie Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks

57 Ein Kugelgelenk mit einem Kugelgelenkgehäuse nimmt einen Kugelbolzen dreh- und schwenkbar auf. Es ist eine in das Kugelgelenk integrierte Geber-/Sensoranordnung vorgesehen, die die Dreh- und Winkelposition des Kugelbolzens relativ zum Kugelgelenkgehäuse erfaßt. Zur Abdichtung des Kugelbolzens gegenüber äußeren Einflüssen ist eine Abdichtung vorgesehen, die aus aushärtendem Lagermaterial besteht, das beim Einspritzen eines Dauergleitlagers zwischen Kugelgelenkgehäuse und Kugelbolzen über eine formschlüssige Halterung des Kugelbolzens hinausgeführt wird und dort als Flansch oder Ringnut ausgeführt ist (Fig. 1).



DE 101 10 738 C 1

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kugelgelenk mit einem an einem ersten Maschinenteil gehaltenen Kugelabschnitt und einer Aufnahme in einen zweiten Maschinenteil, in der der Kugelabschnitt dreh- und schwenkbar gelagert ist, und mit einer Geber-/Sensoranordnung zum Erfassen der Dreh- und Winkellage des Kugelabschnitts, die einen Permanentmagneten als Geberelement sowie ein magnetfeldempfindliches Sensorelement aufweist, wobei der Permanentmagnet in den Kugelabschnitt und das magnetfeldempfindliche Sensorelement in die Aufnahme integriert ist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zum Steuern von Betriebsparametern eines Kraftfahrzeugs in Abhängigkeit von der relativen Lage eines ersten Lenkelements des Kraftfahrzeugs zu einem zweiten Lenkelement, bei der das erste Lenkelement und das zweite Lenkelement mittels eines Kugelgelenks miteinander verbunden sind und das Kugelgelenk einen an dem ersten Lenkelement gehaltenen Kugelabschnitt sowie eine Aufnahme in dem zweiten Lenkelement aufweist, in der der Kugelabschnitt dreh- und schwenkbar gelagert ist, wobei eine Geber-/Sensoranordnung zum Erfassen der Drehlage des Kugelabschnitts in die Aufnahme integriert ist, und wobei die Geber-/Sensoranordnung mit einer Einheit zum Steuern der Betriebsparameter verbunden ist.

**[0003]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Lenkgestänge für eine Fahrzeuglenkung, mit Lenkelementen, mit denen lenkbare und gefederte Räder des Fahrzeuges an ein Lenkgetriebe angelenkt sind, wobei verschiedene Lenkelemente über Kugelgelenke untereinander mit dem Lenkgetriebe und/oder mit Zwischenhebeln an gefederte und ungefederte Fahrzeugteile gekoppelt sind, wobei jedes Kugelgelenk ein mit einem ersten Gestängeteil starr verbundenes Kugelgelenkgehäuse mit einer Haltevorrichtung (Aufnahme) aufweist, die einen zumindest teilweise kugelförmigen ersten Kugelabschnitt eines Kugelbolzens um den Kugelmittelpunkt dreh- und schwenkbar im Kugelgehäuse hält, wobei das andere Ende des Kugelbolzens mit einem zweiten Gestängeteil starr verbunden ist.

**[0004]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Spurstange als Lenkelement, mit wenigstens einer Aufnahme, die einen Kugelabschnitt eines Kugelbolzens dreh- und schwenkbar gelagert hält, und mit einem Bolzenabschnitt zur Herstellung einer lösbar starren Verbindung der Spurstange mit einem weiteren Maschinenteil.

**[0005]** Die Erfindung betrifft schließlich ein Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks mit einem an einem ersten Maschinenteil durch einen Kugelbolzen gehaltenen Kugelabschnitt und einer Aufnahme in einem Gehäuseabschnitt eines zweiten Maschinenteils, in der der Kugelabschnitt dreh- und schwenkbar gelagert ist, mit den Schritten:

- a) Einsetzen eines axial zur Kugelbolzenachse und radial zum Mittelpunkt des Kugelabschnitts ausgerichteten Permanentmagneten als Geberelement in den Kugelabschnitt des Kugelbolzens; und
- b) Einsetzen eines magnetfeldempfindlichen Sensorelements in einen Gehäuseabschnitt des zweiten Maschinenteils derart, daß eine Bewegung des Kugelbolzens mit dem Permanentmagneten relativ zum Gehäuse eine Änderung des Sensorsignals hervorruft.

**[0006]** Ein solches Kugelgelenk, ein solches Verfahren zum Steuern von Betriebsparametern eines Fahrzeuges, ein solches Lenkgestänge, eine solche Spurstange sowie ein solches Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks sind aus der EP 0 617,260 A1 bekannt.

**[0007]** Moderne Fahrzeuge werden zunehmend mit Stillelementen im Fahrwerksbereich ausgerüstet. Beispiele dafür sind aktive Fahrwerksysteme, Lenkhilfen, Hilfen zur Kompensation unterschiedlicher Beladungen usw. Zur Entlastung des Fahrers können solche Stillelemente von einem Steuergerät verstellt werden, das dazu Signale über den momentanen Fahrwerks- und Fahrzeugbetriebszustand verarbeitet. Bekannt ist in diesem Zusammenhang die Verarbeitung der Signale von Vertikal-, Querbeschleunigungs- und Gierraten-Sensoren zur Dynamik des Fahrzeugs sowie von Weggebern, die statische Belastungen des Fahrzeugs über eine Erfassung des Abstands zwischen gefederten und ungefederten Teilen des Fahrzeugs signalisieren. Dies ist beispielsweise aus der DE 40 29 034 A1 bekannt.

**[0008]** Ein aus der US 4,718,683 bekannter Weggeber ist als separates Bauteil ausgeführt, was Nachteile beim Einbauplatzbedarf und bei den Kosten mit sich bringt.

**[0009]** Die oben genannte EP 0 617 260 A1 offenbart einen Fahrzeugniveaugeber mit einem Kugelkopf, der mit einem Zapfen an einer Radaufhängung eines Fahrzeuges angelenkt ist und der in einer Aufnahme gelagert ist, die mit dem Chassis des Fahrzeuges verbunden ist. Die Aufnahme ist als separater Halter realisiert, der keine weiteren Funktionen, wie etwa Radführungsfunktionen, übernimmt.

**[0010]** Nach diesem Dokument trägt der Kugelkopf einen tangential ausgerichteten Magneten, dessen Feldstärke von einem magnetfeldempfindlichen Fühler in der Aufnahme erfaßt wird. Mit dem Gegenstand der EP 617 260 A1 sollen Drehbewegungen des Zapfens um seine Längsachse erfaßt werden. Die bei Kugelkopfgelenken üblicherweise auftretenden Kipp- und Schwenkbewegungen, bei denen die Längsachse des Zapfens eine Änderung ihrer Winkellage zu einer von ihrer Längsachse abweichenden Achse erfährt, werden in dieser Schrift als potentielle Störquellen bei der Erfassung von Drehbewegungen um die genannte Längsachse erwähnt, wobei gleichzeitig angemerkt wird, daß die Erfassung des Drehwinkels nach dieser Schrift nicht negativ durch diese Störquellen beeinflusst wird.

**[0011]** Die Anordnung des Zapfens erfolgt nach der EP 0 617 260 A1 in der Art, daß Lageänderungen der Kraftfahrzeugkarosserie gegenüber der Radaufhängung und damit gleichzeitig gegenüber der Fahrbahn eine Verdrehung des Zapfens mit dem Kugelkopf um die Längsachse des Zapfens gegenüber der Aufnahme hervorrufen. Als Folge ändert sich das Magnetfeld des tangential ausgerichteten Magneten am Ort des magnetempfindlichen Fühlers, da dieses Magnetfeld wegen der tangentialen Nord-Süd-Ausrichtung nicht rotationssymmetrisch ist.

**[0012]** Mit Blick auf die in der EP 0 617 260 A1 angegebene Verwendung der Kugelgelenke mit Magnetsensorik als Fahrzeugniveaugeber ergibt sich daraus, daß sich die Lehre dieser Schrift auf Kugelgelenke richtet, bei denen eine Änderung des Fahrzeugniveaus relativ zur Straße mit einer Drehung des Kugelzapfens um seine Längsachse einhergeht. Neben einem speziell und gewissermaßen allein für die Sensorik vorgesehenen Kugelgelenk kommen dafür allenfalls Kugelgelenke der Radaufhängung, die mit der Federung zusammenwirken, in Frage.

**[0013]** Kugelgelenke aus dem Bereich des Lenkgestänges inklusive der Spurstangen fallen jedoch als Anwendungsbeispiele dieser Lehre aus, da bei diesen Gelenken eine Drehbewegung des Kugelzapfens zwar bei Lenkbewegungen, nicht aber bei Fahrzeugniveauänderungen auftritt. Bei Fahrzeugniveauänderungen treten in diesen Gelenken vielmehr Kipp- und Schwenkbewegungen des Kugelzapfens auf.

**[0014]** Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe einer möglichst kostengünstigen,

einfach zu fertigenden und speziell im Betrieb von Fahrzeugen möglichst robusten Sensorik zur Bereitstellung von Betriebsparametern des Fahrwerks des Fahrzeugs auf der Basis einer Magnetsensorik in einem oder mehreren Kugelköpfen einer Radaufhängung, die eine Erfassung von Kipp- und Schwenkbewegungen des Kugelzapfens ermöglicht. Dabei soll die Erfassung der Kipp- und Schwenkbewegungen nicht von möglicherweise allein auftretenden oder überlagerten Drehbewegungen des Kugelzapfens um seine Längsachse beeinflusst werden. Weiter soll auch die Vielzahl der in Spurstangen und Lenkgestänge vorhandenen Kugelgelenke für die Lieferung von Fahrwerksparametern nutzbar gemacht werden.

[0015] Bei einem Kugelgelenk, einer Vorrichtung und einem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Permanentmagnet in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt des Kugelabschnitts angeordnet ist.

[0016] Bei einem Lenkgestänge der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe mit einer in wenigstens ein Kugelgelenk integrierten Geber-/Sensoranordnung gelöst, welche die Winkelposition des Kugelbolzens relativ zum Kugelgelenkgehäuse erfaßt und zur Weiterverarbeitung in einer Steuerelektronik bereithält, und die einen Permanentmagneten sowie ein magnetfeldempfindliches Element aufweist, wobei der Permanentmagnet in den Kugelabschnitt und das magnetfeldempfindliche Element in die Aufnahme integriert ist, und wobei der Permanentmagnet in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt des Kugelabschnitts angeordnet ist.

[0017] Bei einer Spurstange der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Geber-/Sensoranordnung zum Erfassen der Winkellage des Kugelabschnitts in die Aufnahme integriert ist, und wobei die Geber-/Sensoranordnung einen Permanentmagneten sowie ein magnetfeldempfindliches Element aufweist, und wobei der Permanentmagnet in den Kugelabschnitt und das magnetfeldempfindliche Element in die Aufnahme integriert ist, wobei der Permanentmagnet in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt des Kugelabschnitts angeordnet ist.

[0018] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

[0019] Die Integration der Winkelsensorik in ein Kugelgelenk erfordert im wesentlichen keinen zusätzlichen Einbaubauraum. Außerdem wird die Sensorik von dem stabilen Kugelkopf vor Beschädigung durch Steinschläge usw. geschützt, so daß sich der Vorteil einer ausgezeichneten Robustheit der Sensoranordnung ergibt. Dadurch, daß die Gelenkkörper gewissermaßen Wandung und Halterung für die Sensorik darstellen, ergeben sich weitere Kostenvorteile im Vergleich zu komplett separaten Sensoren.

[0020] Ein Permanentmagnet als Geber benötigt vorteilhafterweise keine (Energieversorgung. Elektrische Zuleitungen für einen solchen Geber können daher entfallen. Dies trägt zu einer einfachen und kostengünstigen Fertigung bei.

[0021] Das Geberelement ist in einen Kugelabschnitt integriert, der in einer Aufnahme drehbar gelagert ist. Der zugehörige Sensor ist in die Aufnahme integriert. Diese Anordnung liefert den Vorteil, daß keine Zuleitung in das Innere des Kugelgelenks hineingeführt werden muß. Die auf jeden Fall erforderliche Signalleitung des Sensors kann ohne großen Aufwand aus dem Äußeren des Kugelgelenks herausgeführt werden.

[0022] Die radiale Ausrichtung des Permanentmagneten zu einem Mittelpunkt des Kugelabschnitts liefert den Vorteil von deutlichen Signaländerungen bei kippenden und schwenkenden Relativbewegungen des Kugelbolzens zum Kugelabschnitt, in dem der Kugelbolzen gelagert ist. Dre-

hungen um die Längsachse des Kugelbolzens bilden sich dagegen wegen der radialen Anordnung des Permanentmagneten, die ein rotationssymmetrisches Magnetfeld zur Folge hat, nicht im Signal des magnetempfindlichen Sensorelementes ab.

[0023] Dieser Vorteil wird durch die weitere Maßnahme verstärkt, daß der Geber über eine Oberfläche des Kugelabschnitts vorsteht.

[0024] Diese Vorteile werden weiter verstärkt durch eine Anordnung des Sensors in dem Gehäuseabschnitt, die ebenfalls radial zum Mittelpunkt des Kugelabschnitts ausgerichtet ist.

[0025] Es ist bevorzugt, daß das magnetempfindliche Element aus zwei Hallsensorplättchen besteht, die um 90° zueinander versetzt sind.

[0026] Durch die zueinander senkrechte Anordnung kann das Magnetfeld, z. B. die Flußdichte und damit der Schwenkwinkel zwischen dem Kugelkopf und dem Kugelabschnitt in zwei zueinander senkrechten Richtungen erfaßt werden. Somit kann vorteilhafterweise die gesamte Kipp- und Schwenkbewegung des Kugelabschnitts 20 erfaßt werden.

[0027] Ein weiterer Vorteil ergibt sich dadurch, daß die Bohrung im Gehäuseabschnitt, die den Sensor aufnimmt, doppelt nutzbar ist. Durch diese Bohrung kann bei der Gelenkherstellung ein aushärtbares Lagermaterial als vorzugsweise verdrehfest angeordnetes Dauergleitlager zwischen die kugelkalottenförmige Aufnahme im Gehäuseabschnitt und den Kugelabschnitt des Kugelbolzens eingespritzt werden. Dadurch wird ein präzises und wartungsfreies Kugelgelenk an sich bekannter Bauart erhalten. Als zweiter Nutzen ergibt sich dann die mögliche Sensoranordnung in demselben Loch.

[0028] Bei entsprechender Lagermaterialauswahl, beispielsweise einem Polymerwerkstoff aus einer Kunststoffmatrix mit eingelagertem tribologischen Werkstoff, ist ein Gebrauch des Kugelgelenks ohne zusätzlichen Schmierstoff möglich.

[0029] Zur Realisierung dieser Vorteile ist die Bohrung, die den Sensor aufnimmt, zur dichten Aufnahme einer Kunststoffeinspritzdüse geeignet.

[0030] Es ist weiter bevorzugt, daß sich in der Bohrung ein Kunststoffeinsatz befindet, der dort eingespritzt, eingesteckt oder eingeschraubt ist und der das magnetfeldempfindliche Element aufnimmt.

[0031] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Kugelgelenks zur Verbindung von Maschinenteilen, die Lenkelemente einer Kraftfahrzeuglenkung darstellen. Dies ergibt sich daraus, daß die Dauergleitlager wartungsfrei sind und präzise und spielfrei zu fertigen sind. Außerdem besteht bei Kraftfahrzeuglenkungen und Kraftfahrzeugfederungen ein Bedarf für Informationen aus dem Fahrwerksbereich.

[0032] Vorteilhaft ist auch die Verwendung des erfindungsgemäßen Kugelgelenks mit Winkelsensorik zum Steuern von Betriebsparametern eines Kraftfahrzeugs zur Veränderung von Federungsparametern, Lenkungsparametern oder Radbrems- und/oder Motorparametern durch ein elektronisches Steuergerät, beispielsweise zur Fahrzeugstabilisierung. Vorteile ergeben sich daraus, daß die Verwendung der erfindungsgemäßen Kugelgelenke mit Winkelsensorik im Fahrwerksbereich Signale über den momentanen Betriebszustand des Fahrwerks liefern. Dazu werden die erfindungsgemäßen Kugelgelenke mit Winkelsensorik bei einem Lenkgestänge für eine Fahrzeuglenkung eingesetzt, wo sie verschiedene Teile des Lenkgestänges mit dem Lenkgetriebe und/oder mit Zwischenhebeln an gefederte und ungefederte Fahrzeugteile ankoppeln.

[0033] Vorteilhaft ist es weiterhin, die Gelenke an Spurstangen der Fahrzeuglenkung anzubringen. Dies eröffnet beispielsweise die Möglichkeit, durch einen Ersatz von herkömmlichen Spurstangen durch Spurstangen mit den erfindungsgemäßen Kugelgelenken eine Winkelsensorik im Fahrwerksbereich nachzurüsten.

[0034] Bei der Fertigung der Winkelsensorik wird der Permanentmagnetgeber vorteilhafterweise axial zur Kugelbolzenachse und radial zum Mittelpunkt des Kugelabschnitts ausgerichtet. Vorteile ergeben sich daraus, daß auch herkömmliche Kugelbolzen bereits eine flache Oberfläche am Kugelabschnitt besitzen, die leicht mit einer Bohrung zur Aufnahme des Permanentmagneten versehen werden kann. Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

[0035] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0036] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0037] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Sensor und einem Geber, die die Winkelposition des Kugelbolzens relativ zum Gehäuseabschnitt 40 erfassen, und mit einer ersten Variante der Abdichtung des Kugelbolzens gegenüber der Umgebung;

[0038] Fig. 2 eine zweite Variante der Abdichtung in Verbindung mit einer weiteren Variante der formschlüssigen Halterung des Kugelbolzens im Gehäuseabschnitt 40;

[0039] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Fahrzeuglenkung und Federung unter Verwendung erfindungsgemäßer Kugelgelenke.

[0040] In Fig. 1 bezeichnet die Nr. 10 insgesamt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kugelgelenks, dargestellt am Beispiel einer Lenkung eines Kraftfahrzeugs. Das Kugelgelenk 10 dient demgemäß z. B. zum gelenkigen Verbinden einer Spurstange 12 mit einem Lenkhebel 14. Es versteht sich jedoch, daß die Erfindung nicht auf dieses Anwendungsbeispiel beschränkt ist.

[0041] Das Kugelgelenk 10 weist einen Kugelbolzen 16 mit einer Längsachse 17 auf. Der Kugelbolzen 16 hat einen länglichen Bolzenabschnitt 18 sowie einen in Fig. 1 unten daran angrenzenden Kugelabschnitt 20. Dessen Mittelpunkt ist mit 21 bezeichnet.

[0042] In der Spurstange 12 ist eine sich nach oben verjüngende kegelige Bohrung 22 eingebracht, in die ein kegelförmiger Teil 24 des Bolzenabschnitts 18 paßt. Am oberen Ende ist der Bolzenabschnitt 18 als Gewindekopf 26 ausgeführt. Auf diesen ist eine Mutter 28 geschraubt, die gegen eine Oberfläche 30 der Spurstange 12 verspannt ist. Auf diese Weise wird der Bolzenabschnitt 18 in die kegelige Bohrung 22 hineingezogen und der Kugelbolzen 16 damit insgesamt an der Spurstange 12 fixiert.

[0043] Am in Fig. 1 rechten Ende der Spurstange 14 ist ein Gehäuseabschnitt 40 vorgesehen. Der Gehäuseabschnitt 40 enthält eine kugelkalottenförmige Aufnahme 42, die sich in Fig. 1 nach oben öffnet. Im Bereich der nach oben weisenden Öffnung ist der Gehäuseabschnitt 40 um die Aufnahme 42 herum mit einem Sitz für eine ringförmige Stahlscheibe 44 versehen.

[0044] Zur Montage des Kugelgelenks 10 wird die Stahlscheibe 44 vorab von oben über den Bolzenabschnitt 18 des Kugelbolzens 16 gestreift. Der Kugelabschnitt 20 wird nun in die Aufnahme 42 eingeführt und die ringförmige Stahlscheibe 44 in ihren Sitz eingesetzt. Durch eine bei 45 ange-

deutete Umböndelung wird nun die Stahlscheibe 44 an Ort und Stelle fixiert, so daß der Kugelabschnitt 20 nach oben hin weitgehend gefaßt ist.

[0045] Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß zwischen dem Kugelabschnitt 20 und der Aufnahme 42 ein kugelschalenförmiger Zwischenraum von vorbestimmter Breite verbleibt.

[0046] Zur Herstellung eines Gleitlagers für den Kugelabschnitt 20 in der Aufnahme 42 wird nun ein Kunststoffmaterial 46 in diesen Zwischenraum eingespritzt.

[0047] Zu diesem Zweck ist der Gehäuseabschnitt 40 auf seiner in Fig. 1 unteren Seite mit einer zylindrischen Bohrung 48 versehen. In diese Bohrung 48 kann ein geeignetes Spritzwerkzeug eingeführt werden, um den erwähnten Zwischenraum mit dem Kunststoffmaterial 46 auszuspritzen.

[0048] Bei diesem Spritzvorgang kann durch geeignete Maßnahmen an der Oberseite des Kunststoffmaterials 46 ein kragenartiger Vorsatz 50 ausgebildet werden, der eine nach außen weisende Ringnut 51 aufweist. In die Ringnut 51 kann ein unterer Rand 52 einer Dichtmanschette 54 formschlüssig eingeklippt werden. Ein oberer Rand 56 der Dichtmanschette 54 ist in an sich bekannter Weise an einer Unterseite 58 der Spurstange 12 befestigt. Auf diese Weise wird der Zwischenraum zwischen Spurstange 14 und Lenkhebel 12, soweit er den Kugelbolzen 16 umgibt, nach außen hin abgedichtet.

[0049] Aus Fig. 1 ist erkennbar, daß der Kugelabschnitt 20 an seiner Unterseite eine flache Oberfläche 60 oder Kappe aufweist. In diese Oberfläche 60 ist in Richtung der Längsachse 17 ein Geberelement 62 in den Kugelabschnitt 20 eingesetzt. Das Geberelement 62 steht mit seinem unteren Ende 64 geringfügig über die Oberfläche 60 vor.

[0050] In der zylindrischen Bohrung 48 befindet sich ein Kunststoffeinsatz 70, der dort eingespritzt oder z. B. auch eingesteckt oder eingeschraubt sein kann. Der Kunststoffeinsatz 70 nimmt ein Sensorelement 72 auf, das dem Geberelement 62 gegenübersteht. Mittels eines Anschlußkabels 74 ist das Sensorelement 72 mit einer Steuerelektronik 86 verbunden.

[0051] Wenn nun beispielsweise die Spurstange 14 in der mit einem Pfeil 80 angedeuteten Richtung relativ zum Lenkhebel 12 verschwenkt wird, überträgt sich diese Schwenkbewegung auf den Kugelabschnitt 20 in der Aufnahme 42, wie mit einem weiteren Pfeil 82 angedeutet. Die Bewegung des Kugelabschnitts 20 erfolgt dabei um den Mittelpunkt 21. In Fig. 1 ist dabei nur eine Bewegung in einer Ebene dargestellt, es versteht sich jedoch, daß das Kugelgelenk 10 sich infolge der Kugelgestalt des Abschnitts 20 um zwei zueinander senkrechte Achsen verdrehen kann.

[0052] Bei jeder Drehbewegung des Kugelabschnitts 20 in der Aufnahme 42 bewegt sich das untere Ende 64 des Geberlements 62 im Zwischenraum 84 zwischen der flachen Oberfläche 60 des Kugelabschnitts 20 und dem relativ dazu unbewegten Sensorelement 72. Folglich ist es möglich, über die Anordnung zwischen Geberelement 62 und Sensorelement 72 die relative Drehlage des Kugelabschnitts 20 in der Aufnahme 42 und damit auch die relative Lage zwischen Spurstange 12 und Lenkhebel 14 zu erfassen. Das entsprechend gewonnene Signal wird über das Anschlußkabel 74 der Steuerelektronik 86 zugeleitet und dort weiter verarbeitet. Aus den gewonnenen Daten lassen sich z. B. Steuersignale LS, FS für eine elektronische Lenkung bzw. Lenkbeeinflussung und/oder eine Beeinflussung der Federung oder Dämpfung des Kraftfahrzeugs ableiten.

[0053] Im dargestellten Ausführungsbeispiel kann das Geberelement 62 z. B. ein Permanentmagnet sein. Das Sensorelement 72 kann hingegen aus zwei Einzelsensoren, z. B. zwei Hallsensorplättchen bestehen, die um 90° zueinander

versetzt sind. Einer der beiden Einzelsensoren erfaßt dabei das Magnetfeld, z. B. die Flußdichte und damit den Schwenkwinkel in der Zeichenebene von **Fig. 1**, während der andere Einzelsensor das Magnetfeld bzw. die Flußdichte und damit den Schwenkwinkel senkrecht zur Zeichenebene erfaßt. Somit kann die gesamte Dreh- und Schwenkbewegung des Kugelabschnitts **20** erfaßt werden. Die Dreh- und Winkellage des Kugelabschnitts **20** kann dabei in unterschiedlichen Koordinaten angegeben werden.

[0054] Es versteht sich jedoch, daß auch andere Sensorarten, beispielsweise kapazitive, optische und sonstige Sensoren eingesetzt werden können.

[0055] Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Kugelgelenk **10** dient das Kunststoffmaterial **46** als wartungsfreies Gleitlager. Die an sich bekannte Tatsache, ein Gleitlager durch Einspritzen eines Kunststoffs in den Zwischenraum zwischen dem Kugelabschnitt **20** und der Aufnahme **42** darzustellen, ist für die Belange der vorliegenden Erfindung insofern von Wichtigkeit, als sich dadurch streng reproduzierbare Verhältnisse einstellen lassen. Wenn nämlich das Gleitlager in der beschriebenen Weise durch Einspritzen von Kunststoff hergestellt wird, so lassen sich die beiden gelenkig miteinander zu verbindenden Teile, nämlich der Bolzenabschnitt **18** einerseits und der Gehäuseabschnitt **40** des Gelenkhebels **14** andererseits mit hoher Präzision vorfertigen und positionieren. Diese hohe Präzision in der relativen Positionierung wird während der Ausbildung des Gleitlagers, d. h. während des Einspritzens des Kunststoffmaterials **46** beibehalten, anders als bei bekannten Anordnungen, bei denen ein separates Kunststoffteil als Lagerschale in den Gehäuseabschnitt des Lenkhebels eingesetzt wird. Eine derartige Montage eines Fremdteils hat erhebliche Toleranzen zur Folge, so daß eine exakte Erfassung der relativen Schwenklage mittels einer Sensoranordnung in derartigen Fällen nur mit Einschränkungen möglich ist. Beim Einspritzen kann man ferner durch entsprechende Formgebung erreichen, daß das Kunststoff-Gleitlager mit einer verdrehsicheren Lagerschale versehen ist.

[0056] Darüber hinaus macht man im Rahmen des in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiels von der Tatsache Gebrauch, daß die zylindrische Bohrung **48** ohnehin zum Einspritzen des Kunststoffs im Gehäuseabschnitt **40** angebracht werden muß und daher im Wege eines Doppelnutzens auch als Aufnahme für den Stoffeinsatz **70** oder eine sonstige Umhüllung des Sensorelements **72** verwendet werden kann.

[0057] **Fig. 2** offenbart ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kugelgelenks. Der Kugelzapfen nach **Fig. 2** entspricht dem der **Fig. 1**. Unterschiede zu **Fig. 1** ergeben sich durch die Halterung des Kugelbolzens im Gehäuseabschnitt **40** und durch die Ausgestaltung der Abdichtung des Kugelgelenks nach außen.

[0058] Der Gehäuseabschnitt **40** ist vor der Montage zunächst becherförmig gestaltet, wie aus der **Fig. 2a** ersichtlich ist. Die Innenkontur **42** ist im unteren Teil kugelkalottenförmig geformt und öffnet sich in der zeichnerischen Darstellung nach oben soweit, daß der Kugelbolzen durch den oberen inneren Rand **43** des Gehäuseabschnitts **40** hindurchgeführt werden kann.

[0059] In diesen becherförmigen Gehäuseabschnitt wird in einem ersten Montageschritt der Kugelbolzen eingesetzt.

[0060] In einem zweiten Montageschritt wird der obere Rand **41** des becherförmigen Gehäuseabschnitts nach innen zum Kugelbolzen hin eingeformt, bis sich die in **Fig. 2b** dargestellte Form des Gehäuseabschnitts **40** ergibt. Dieser zweite Montageschritt kann bspw. durch ein rotationssymmetrisches Einrollen des oberen Gehäuserandes **41** erfolgen. Die Umformung erfolgt einerseits soweit, daß der Durch-

messer des inneren oberen Randes **43** kleiner wird als der Außendurchmesser des Kugelabschnitts **20**. Dadurch ist gewährleistet, daß der Kugelbolzen auch bei einem Defekt des später eingespritzten Dauergleitlagers nicht aus dem Kugelgelenk ausreißen kann.

[0061] Andererseits erfolgt das Einrollen des oberen Randes **41** nur soweit, daß zwischen dem inneren Rand **43** des Gehäuseabschnitts und der Oberfläche des Kugelabschnitts **20** noch ein vorbestimmter Abstand bleibt, der eine ausreichende Lagermaterialstärke gewährleistet. Insgesamt verbleibt damit zwischen dem Kugelabschnitt **20** und der nach dem Einrollen kugelkalottenförmigen Aufnahme **42** ein kugelschalenförmiger Zwischenraum von vorbestimmter Breite.

[0062] Analog zur Beschreibung der **Fig. 1** wird in einem weiteren Montageschritt ein aushärtendes Lagermaterial **46**, vorzugsweise Kunststoff, in diesen Zwischenraum eingespritzt. Das Einspritzen erfolgt wie beim Gegenstand der **Fig. 1** durch ein Spritzwerkzeug, das für den Spritzvorgang vorübergehend in die Bohrung **48** eingeführt wird.

[0063] Anders als beim Gegenstand der **Fig. 1** wird bei dem Spritzvorgang an der Oberseite des Kunststoffmaterials **46** kein kragenartiger Fortsatz, sondern eine flanschartige Dichtfläche **53** erzeugt. Dazu wird das Gleitlagermaterial beim Spritzvorgang über die formschlüssige Halterung des Kugelbolzens hinausgeführt und füllt die umlaufende Aussparung **47** des oberen inneren Randes des Gehäuseabschnitts **40** aus. Die umlaufende Aussparung bildet damit gewissermaßen die Unterseite des Dichtflansches an der kugelabschnittsseitigen Öffnung des Gehäuseabschnitts **40**. Die Oberseite **53** des Dichtflansches wird beim Spritzvorgang durch eine Spritzwerkzeugform definiert.

[0064] In einem weiteren Arbeitsschritt kann dann auf den Dichtflansch **53** eine Dichtung **55** aus einem zweiten Kunststoffmaterial aufgespritzt werden. Die Innenkontur der Dichtung **55** wird durch den Dichtflansch **53** und die Oberfläche des Bolzenabschnitts **19** definiert. Die Außenform **57** der aufgespritzten Dichtung **55** wird durch das Gußformwerkzeug vorgegeben. Die Dichtung **55** besteht wegen der geforderten Elastizität vorzugsweise aus einem geschäumten, Öl- und witterungsbeständigen Elastomer, bspw. Moosgummi.

[0065] Durch die Form des unteren Bolzenabschnitts **19** wird die durch den Spritzvorgang angeformte Dichtung **55** formschlüssig in ihrer Position auf dem Dichtflansch **53** fixiert. Im dargestellten Beispiel ergibt sich die formschlüssige Fixierung durch eine kegelförmige Ausgestaltung des unteren Bolzenabschnitts **19**, dessen Durchmesser sich mit zunehmendem Abstand vom Kugelabschnitt **20** vergrößert.

[0066] In Verbindung mit einer durch den Gußvorgang erzeugten elastischen Vorspannung in der Dichtung **55** ergibt sich durch die kegelförmige Ausgestaltung des unteren Bolzenabschnitts **19** vorteilhafterweise eine in Richtung Kugelabschnitt **20** wirkende Kraft, die die Dichtung **55** auf den Dichtflansch **53** preßt. Dadurch wird bereits ohne Montage des Maschinenteils **12**, das durch die Mutter **28** in Verbindung mit dem Gewindekopf **26** mit dem Kugelbolzen verspannt wird, eine Dichtwirkung erreicht.

[0067] Die Dichtwirkung wird im montierten Zustand des Maschinenteils **14** durch die genannte Verspannung weiter verstärkt. Voraussetzung dafür ist, daß die elastische Dichtung **55** durch die Montage des Maschinenteils **12** zusammengedrückt wird, was sich durch eine entsprechende Ausbildung ihrer Höhe beim Spritzvorgang leicht erreichen läßt.

[0068] Alternativ zum Anformen der Dichtung **55** durch einen Spritzvorgang kann eine vorgefertigte elastische Dichtung mit angepaßten Abmessungen auch von oben, d. h. vom Gewindekopf **26** her, über den Kugelbolzen **16** auf

den Dichtflansch **53** geschoben werden. Bei entsprechender Dimensionierung läßt sich auch hier eine Anpressung der Dichtung auf den Dichtflansch **53** durch die Elastizität der Dichtung in Verbindung mit dem kegelförmig ausgestalteten Bolzenabschnitt **19** erreichen.

[0069] Die für das Einspritzen des Kunststoffmaterials **46** für das Dauergleitlager benutzte zylindrische Bohrung **48** wird im Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** mit einer Staubkappe **71** verschlossen, da dieses Ausführungsbeispiel keine Winkelsensorik aufweist.

[0070] Alternativ dazu kann auch dieses Ausführungsbeispiel mit einer Winkelsensorik, wie sie in **Fig. 1** dargestellt ist, kombiniert werden.

[0071] **Fig. 3** stellt schematisch Ausschnitte aus einer Fahrzeuglenkung und Fahrzeugfederung dar. Die Ziffer **85** repräsentiert einen Fahrzeugaufbau, an dem ein Rad **93** über einen Querlenker **99** gefedert und lenkbar angelenkt ist. Das Federungs/Dämpfungs-Stellelement **91** federt und dämpft die Relativbewegungen zwischen Querlenker und Fahrzeugaufbau.

[0072] Rad und Querlenker sind über einen Achszapfen **95** und einen Achsschenkel **97** mit dem Querlenker verbunden. Das Rad dreht sich beim Abrollen auf dem Achszapfen. Lenkbewegungen des Fahrzeugs werden durch ein Verschwenken des Achszapfens um den Achsschenkel **97** ermöglicht.

[0073] Die Lenkbewegung wird von einem Lenkrad **105** über eine Lenksäule **98** und ein Lenkgetriebe **88** und ein Lenkgestänge **100, 101, 104, 102** und **103** auf den Achszapfen übertragen. Dabei repräsentiert die Ziffer **100** im dargestellten Ausführungsbeispiel einen Lenkstockhebel. Die Ziffer **104** steht für einen Lenkzwischenhebel und die Ziffer **103** steht für einen Lenkspurhebel. Die Ziffern **101** und **102** bezeichnen eine mittlere und eine äußere Spurstange.

[0074] Die einzelnen Lenkelemente **103, 102, 101** und **100** sind über erfindungsgemäße Kugelgelenke **107** verbunden, von denen wenigstens eines eine integrierte Sensorik **108** enthält.

[0075] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Kugelgelenke in die Spurstangen integriert und werden durch Schraubverbindungen mit den übrigen Lenkelementen und Maschinenteilen verspannt.

[0076] Federbewegungen des Rades verändern die Lage der Lenkelemente und damit die Winkelposition von Kugelbolzen und Gehäuseabschnitt im Kugelgelenk **107** zueinander. Dies wird von der Winkelsensorik **108** registriert und als Signal **WL** der Steuerelektronik **86** zugeführt.

[0077] Die Steuerelektronik **86** bildet daraus ein Signal **FS**, mit dem Federungs- und/oder Dämpfungsparameter im Federungs/Dämpfungs-Stellelement **91** geändert werden. Beispielsweise kann bei großer statischer Belastung durch Zuladung eine Niveauregulierung durch das Signal **WL** gesteuert werden.

[0078] Als weiteres Ausführungsbeispiel kommt eine Verarbeitung des Signals **WL** bei der Lenkung in Frage. In der gezeichneten Darstellung erfaßt ein Fahrerwunschgeber **106** die gewünschte Lenkrichtung und Lenkgeschwindigkeit. Das Signal des Fahrerwunschgebers **106** wird der Steuerelektronik **86** zugeführt und dort zu einem Ansteuersignal **LS** für einen Lenkungssteller **89**, bspw. einen Elektromotor, der auf das Lenkgetriebe **88** eingreift, verarbeitet. Die resultierende Lenkbewegung wird von wenigstens einer Winkelsensorik **108** in wenigstens einem Kugelgelenk **107** erfaßt und ebenfalls der Steuerelektronik **86** zugeführt. Auf diese Weise ergibt sich ein geschlossener Signalkreislauf für eine Fahrzeuglenkung und damit die Möglichkeit zu einer geregelten Hilfskraft- oder Fremdkraftlenkung (drive by wire) für ein Fahrzeug.

[0079] Die Information über die Dreh- oder Winkellage der Kugelgelenkkomponenten kann weiterhin auch als ergänzende Information in einer Fahrzeugstabilitätsregelung verwendet werden, die das Fahrzeug durch Radbrems- und/oder Motoreingriffe stabilisiert (ESP).

#### Patentansprüche

1. Kugelgelenk mit einem an einem ersten Maschinenteil gehaltenen Kugelabschnitt (**20**) und einer Aufnahme (**42**) in einem zweiten Maschinenteil, in der der Kugelabschnitt (**20**) dreh- und schwenkbar gelagert ist, und mit einer Geber-/Sensoranordnung (**62, 72**) zum Erfassen der Drehlage des Kugelabschnitts (**20**), die einen Permanentmagneten als Geberelement (**62**) sowie ein magnetfeldempfindliches Sensorelement (**72**) aufweist, wobei der Permanentmagnet (**62**) in den Kugelabschnitt (**20**) und das magnetfeldempfindliche Sensorelement (**72**) in die Aufnahme (**42**) integriert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Permanentmagnet (**62**) in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt (**21**) des Kugelabschnitts (**20**) angeordnet ist.
2. Kugelgelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (**62**) über eine Oberfläche (**60**) des Kugelabschnitts (**20**) vorsteht.
3. Kugelgelenk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfeldempfindliche Sensorelement (**72**) in einem die Aufnahme (**42**) bildenden Gehäuseabschnitt (**40**) des zweiten Maschinenteils enthalten ist.
4. Kugelgelenk nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfeldempfindliche Sensorelement (**72**) aus zwei Hallsensorplättchen besteht, die um 90° zueinander versetzt sind.
5. Kugelgelenk nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfeldempfindliche Sensorelement (**72**) in einer Bohrung (**48**) des Gehäuseabschnitts (**40**) gehalten ist.
6. Kugelgelenk nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung (**48**) in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt (**21**) des Kugelabschnitts (**20**) angeordnet ist.
7. Kugelgelenk nach einem der Ansprüche 5–6, dadurch gekennzeichnet, daß sich in der Bohrung (**48**) ein Kunststoffeinsatz (**70**) befindet, der dort eingespritzt, eingesteckt oder eingeschraubt ist, und der das magnetfeldempfindliche Sensorelement (**72**) aufnimmt.
8. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Kugelabschnitt (**20**) und Aufnahme (**42**) ein vorzugsweise verdrehfest angeordnetes Kunststoffgleitlager angeordnet ist, und daß das Kunststoffgleitlager durch Einspritzen eines Kunststoffmaterials (**46**) in einen Zwischenraum zwischen dem Kugelabschnitt (**20**) und der Aufnahme (**42**) hergestellt ist.
9. Kugelgelenk nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung (**48**) zur dichten Aufnahme einer Kunststoffeinspritzdüse geeignet ist.
10. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschinenteile Lenkelemente einer Kraftfahrzeuglenkung sind.
11. Vorrichtung zum Steuern von Betriebsparametern eines Kraftfahrzeugs in Abhängigkeit von der relativen Lage eines ersten Lenkelements des Kraftfahrzeugs zu einem zweiten Lenkelement, bei der das erste Lenkelement und das zweite Lenkelement mittels eines Kugel-

gelenks (10) miteinander verbunden sind und das Kugelgelenk (10) einen an dem ersten Lenkelement gehaltenen Kugelabschnitt (20) sowie eine Aufnahme (42) in dem zweiten Lenkelement aufweist, in der der Kugelabschnitt (20) dreh- und schwenkbar gelagert ist, wobei eine Geber-/Sensoranordnung (62, 72) zum Erfassen der Drehlage des Kugelabschnitts (20) in der Aufnahme (42) im Kugelgelenk (10) integriert ist, und wobei die Geber-/Sensoranordnung (62, 72) mit einer Einheit (86, 91, 89) zum Steuern der Betriebsparameter verbunden ist, und wobei die Geber-/Sensoranordnung (62, 72) einen Permanentmagneten als Geberelement (62) sowie ein magnetfeldempfindliches Sensorelement (72) aufweist, wobei der Permanentmagnet (62) in den Kugelabschnitt (20) und das magnetfeldempfindliche Sensorelement (72) in die Aufnahme (42) integriert ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (62) in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt (21) des Kugelabschnitts (20) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsparameter Federungsparameter sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsparameter Lenkungsparameter sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsparameter Radbrems- oder Motorparameter sind, die zur Fahrzeugstabilisierung beeinflußt werden.

15. Lenkgestänge für eine Fahrzeuglenkung, mit Lenkelementen (100, 101, 102, 103), mit denen lenkbare und gefederte Räder (93) des Fahrzeuges an ein Lenkgetriebe (88) angelenkt sind, wobei verschiedene Lenkelemente (100, 101, 102, 103) über Kugelgelenke (107) untereinander, mit dem Lenkgetriebe (88) und/oder mit Zwischenhebeln (104) an gefederte (95, 97, 99) und ungefederte Fahrzeugteile (95) gekoppelt sind, wobei jedes Kugelgelenk (107) ein mit einem ersten Gestängeteil starr verbundenes Kugelgelenkgehäuse mit einer Haltevorrichtung (Aufnahme 42) aufweist, die einen zumindest teilweise kugelförmigen ersten Kugelabschnitt (20) eines Kugelbolzens um den Kugelmittelpunkt dreh- und schwenkbar im Kugelgehäuse hält, wobei das andere Ende des Kugelbolzens mit einem zweiten Gestängeteil starr verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Lenkgestänge eine in wenigstens ein Kugelgelenk (107) integrierte Geber-/Sensoranordnung (108) aufweist, welche die Winkelposition des Kugelbolzens relativ zum Kugelgelenkgehäuse erfaßt und zur Weiterverarbeitung in einer Steuerelektronik (86) bereithält, wobei die Geber-/Sensoranordnung einen Permanentmagneten (62) sowie ein magnetfeldempfindliches Sensorelement (72) aufweist, wobei der Permanentmagnet (62) in den Kugelabschnitt (20) und das magnetfeldempfindliche Sensorelement (72) in die Aufnahme (42) integriert ist, und wobei der Permanentmagnet (62) in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt (21) des Kugelabschnitts (20) angeordnet ist.

16. Spurstange (14) als Lenkelement, mit wenigstens einer Aufnahme (42), die einen Kugelabschnitt (20) eines Kugelbolzens (16) dreh- und schwenkbar gelagert hält, und mit einem Bolzenabschnitt (18) zur Herstellung einer lösbar starren Verbindung der Spurstange mit einem weiteren Maschinenteil (12), dadurch gekennzeichnet, daß eine Geber-/Sensoranordnung (62, 72) zum Erfassen der Dreh- und Winkellage des Kugelabschnitts (20) in die Aufnahme (42) integriert ist, und

wobei die Geber/Sensoranordnung (62, 72) einen Permanentmagneten als Geberelement (62) sowie ein magnetfeldempfindliches Sensorelement (72) aufweist, und wobei der Permanentmagnet (62) in den Kugelabschnitt (20) und das magnetfeldempfindliche Sensorelement in die Aufnahme (42) integriert ist, und wobei der Permanentmagnet (62) in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt (21) des Kugelabschnitts (20) angeordnet ist.

17. Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks mit einem an einem ersten Maschinenteil durch einen Kugelbolzen (16) gehaltenen Kugelabschnitt (20) und einer Aufnahme (42) in einem Gehäuseabschnitt (40) eines zweiten Maschinenteils, in der der Kugelabschnitt (20) dreh- und schwenkbar gelagert ist, mit den Schritten:

- a) Einsetzen eines axial zur Kugelbolzenachse und radial zum Mittelpunkt (21) des Kugelabschnitts (20) ausgerichteten Permanentmagneten als Geberelement (62) in den Kugelabschnitt des Kugelbolzens; und
- b) Einsetzen eines magnetempfindlichen Sensorelements (72) in einen Gehäuseabschnitt (40) des zweiten Maschinenteils derart, daß eine Bewegung des Kugelbolzens mit dem Permanentmagneten (62) relativ zum Gehäuse eine Änderung des Sensorsignals hervorruft, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (62) in radialer Ausrichtung zu einem Mittelpunkt (21) des Kugelabschnitts (20) angeordnet ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

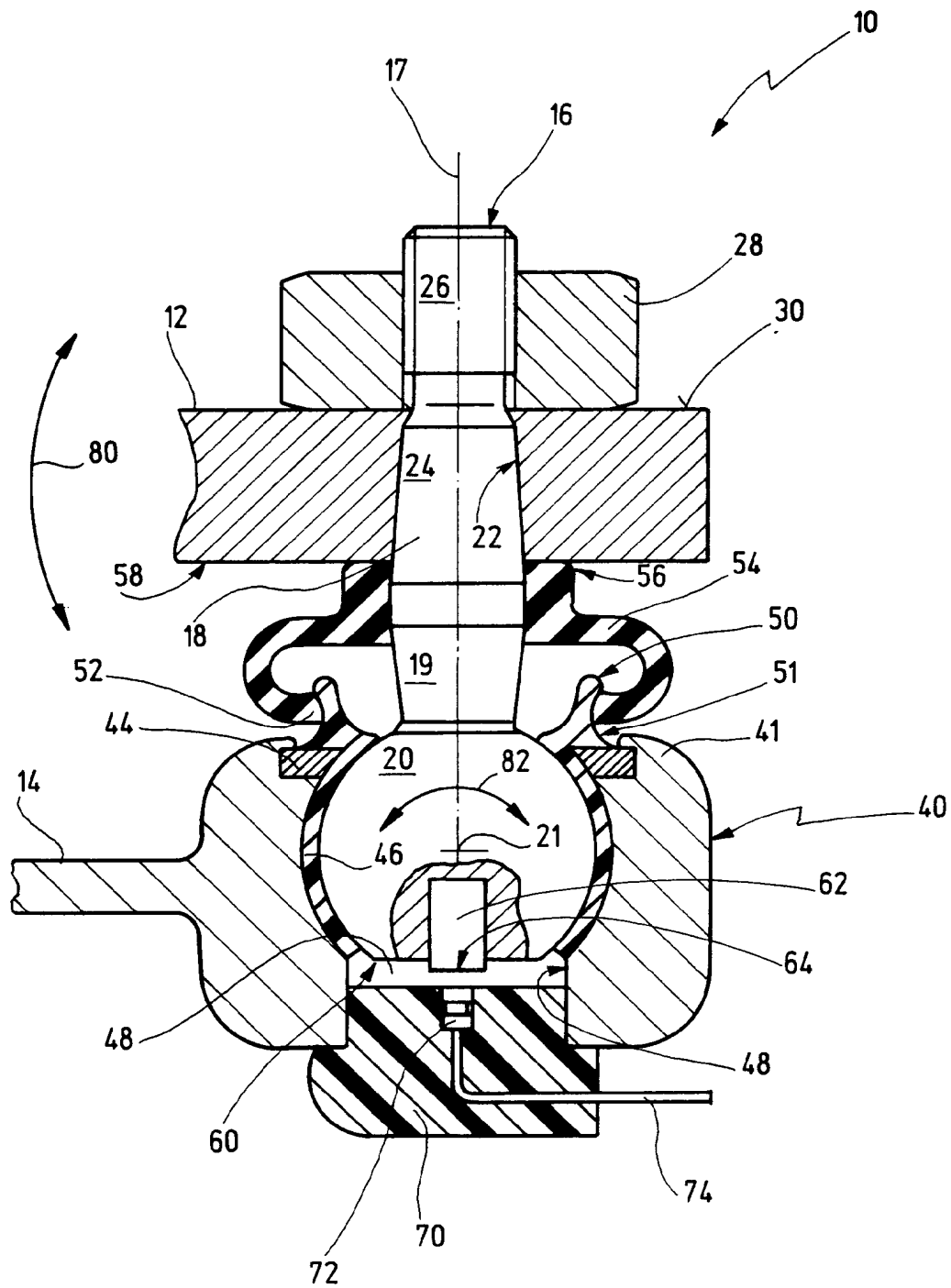


Fig.1



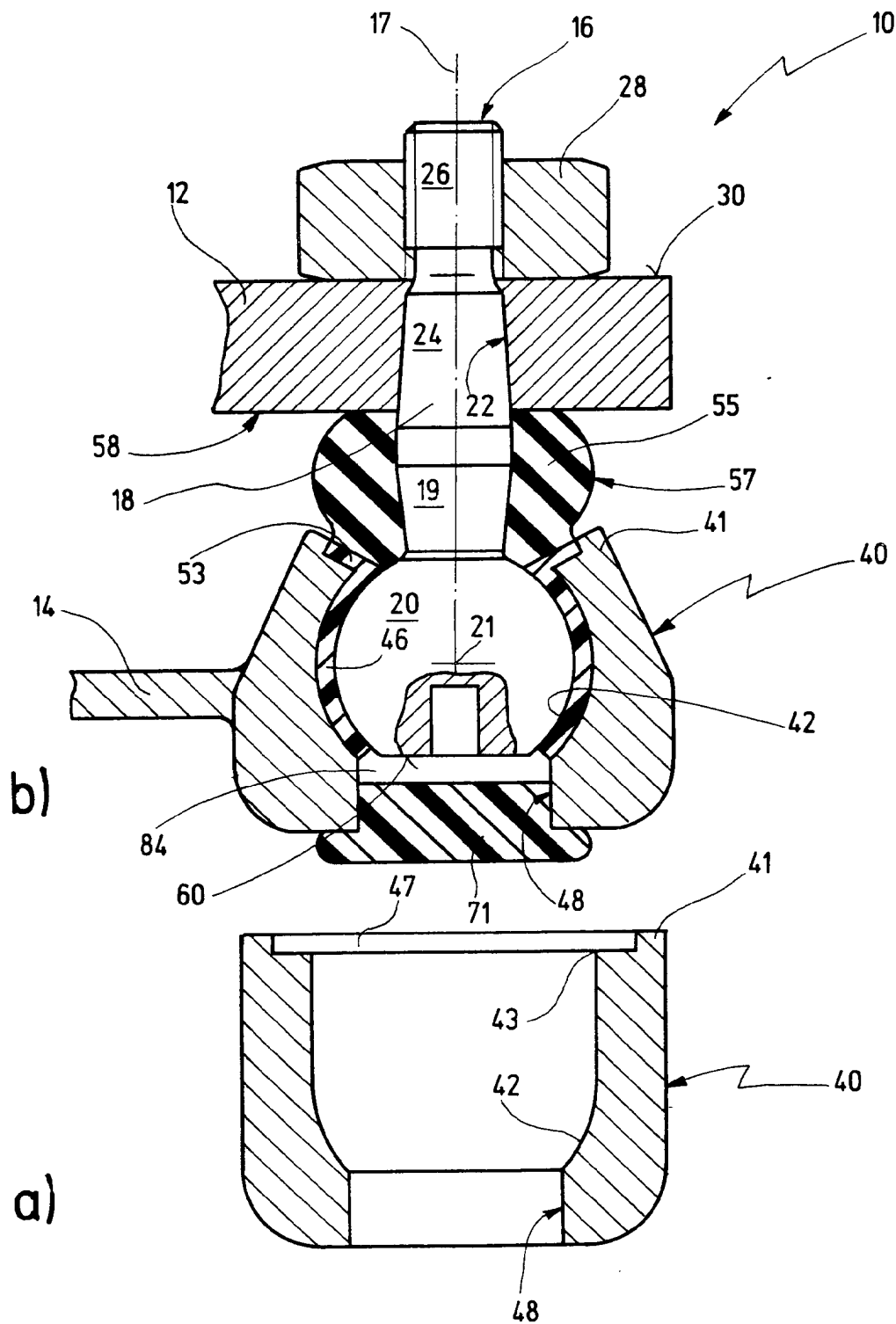


Fig.2

